Lane Medical Library

1936

Aus dem Schlachthof der Stadt Gießen.
Direktor: Stadtveterinärrat Dr. habil. Hugo Keller.

Zur Bewertung der Wasserstoffjonenkonzentration (pH) für die Untersuchung animalischer Lebensmittel und Untersuchungen über die Wasserstoffjonenkonzentration in Rindereutern

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Veterinärmedizinischen Fakultät

der Hessischen Landesuniversität zu Gießen

eingereicht von

Friedrich Geiger
Tierarzt aus Schweinsberg

1936

Dissertationsdruckerei und Verlag Konrad Triltsch, Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung der veterinär-medizinischen Fakultät der Universität Gießen.

Referent: **Professor Dr. Krause.**

Inhaltsübersicht.

Seite

A. Einleitung und Zielsetzung 1

B. Die pH-Untersuchung animalischer Lebensmittel nach dem Schrifttum 2

I. Die Wasserstoffjonenkonzentration der Muskulatur 2

1. Aufbau und Physiologie des Muskels 2

2. Die Wasserstoffjonenkonzentration der Muskulatur gesunder Tiere 3

3. Die Wasserstoffjonenkonzentration der Muskulatur abgehetzter, notgeschlachteter und kranker Tiere 7

II. Die Wasserstoffjonenkonzentration in Leber und Niere . . 11

III. Angaben über die Brauchbarkeit der pH-Konzentration für die Untersuchung von Wurst, Eiern und Fischfleisch . . . 13

C. Wert der Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration für die Beurteilung animalischer Lebensmittel 15

D. Eigene Versuche 17

I. Untersuchungsmaterial und Technik 17

II. Die Wasserstoffjonenkonzentration normaler Rindereuter . 17

1. Der pH-Wert normaler Euter kurz nach der Schlachtung. 17

2. Änderung des pH-Wertes bei der Aufbewahrung im Kühlhaus 18

3. pH-Kurve und Genußtauglichkeit der aufbewahrten Euter. 21

4. Versuch der Ergründung des Verhaltens der pH-Kurve von im Kühlhaus aufbewahrten Rindereutern 22

5. Die Wasserstoffjonenkonzentration von Gefriereutern . . 24

III. Die Wasserstoffjonenkonzentration pathologischer Euter und Euter kranker Tiere 25

IV. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse 31

V. Schlußsätze 32

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154009_0173

A. Einleitung und Zielsetzung.

Bei der Untersuchung geschlachteter Tiere kommt es nicht nur darauf an, rein grobsinnlich die pathologisch-anatomischen Merkmale einer Erkrankung festzustellen, um die menschliche Gesundheit zu schützen, sondern es müssen auch zusätzliche Untersuchungen, wie die bakteriologische Untersuchung, die Bleiacetatprobe, die Ebersche Probe, die Koch- und Bratprobe, die Reaktionsprüfung usw. in Verdachtsfällen ausgeführt werden. Die letztgenannte Probe, die früher mit Lakmuspapier ausgeführt wurde, gab nur einen ungefähren Anhaltspunkt dafür, ob eine Säuerung oder Alkalität vorhanden war. Eine genauere Untersuchung der Fleischreaktion ermöglichten erst die Untersuchungen Andrejewskis, der die Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration in die Untersuchungstechnik der Fleischbeschau und somit auch der Kontrolle der von Tieren stammenden Lebensmittel einführte. Für das Fleisch bestehen bereits bestätigte Untersuchungsergebnisse über die Wasserstoffjonenkonzentration kurz nach der Schlachtung und im Verlauf der Aufbewahrung im Kühlhaus, die es ermöglichen die beginnende Fäulnis festzustellen. Auch liegen wertvolle Untersuchungen über die Verschiebung der Wasserstoffjonenwerte bei notgeschlachteten, kranken und abgehetzten Tieren vor, die zu einer Bereicherung unserer Kenntnisse über die Beurteilung derartiger Schlachttiere geführt haben. Inwieweit Änderungen in der Wasserstoffjonenkonzentration der einzelnen Organe nach der Schlachtung auftreten, ist außer bei Leber und Niere noch nicht untersucht worden. Es wurde mir deshalb die Aufgabe gestellt, die Wasserstoffjonenkonzentration normaler Rindereuter zu bestimmen und die Änderung dieser Werte in Bezug auf die Genußtauglichkeit der Euter zu ermitteln. Gleichzeitig sollte festgestellt werden, ob die Wasserstoffjonenkonzentration des Eutergewebes und der regionären supramamären Lymphknoten für die Entstehung der Tuberkulose und anderweitiger pathologischer Veränderungen in ursächliche Beziehungen gebracht werden können. Mit diesen Versuchen sollte eine Sichtung der einschlägigen Literatur vorgenommen und die seitherigen Ergebnisse der pH-Untersuchung zusammengestellt werden.

B. Die pH-Untersuchung animalischer Lebensmittel nach dem Schrifttum.

I. Die Wasserstoffjonenkonzentration der Muskulatur.

1. Aufbau und Physiologie des Muskels.

Die Muskulatur macht 30—50% des Körpergewichtes des Tieres aus und ist damit in der Verwertung des tierischen Organismus als Nahrungsmittel der wichtigste Teil des geschlachteten Tieres. Im Leben des Tieres bildet die Muskulatur die Kraftmaschine des Körpers und ist Träger und wertvolles Depot des wichtigsten Stoffes der lebenden Substanz, des Eiweißes. Außerdem sind an chemischen Stoffen im Muskel enthalten, Kohlehydrate, Fette und Lipoide, die in die Fleischbrühe und das Fleischextrakt übergehenden Extraktivstoffe, der dem Haemoglobin nahestehende Muskelfarbstoff, anorganische Salze und Wasser (Bürker) (5). Von all diesen Stoffen sind für den Muskel in seiner Funktion als aktives Bewegungsorgan des Körpers die Kohlenhydrate am wichtigsten, da sie die eigentlichen Lieferanten der dazu notwendigen Energie sind. So bildet der Muskel physiologisch eine chemodynamische Maschine, bei der das Eiweiß Materialträger ist und die Kohlehydrate, besonders das Glykogen, den Betriebsstoff darstellen. Der Chemismus dieser Umwandlung von Stoff in Kraft im Muskel besteht nach Bürker (5) darin, daß durch nervösen Reiz das überall im Muskel lagernde Glykogen in Milchsäure umgewandelt wird, die durch Wirkung auf die Oberflächenspannung der Muskelfasern, diese sich verkürzen läßt. Das Ganze stellt einen anoxybiotischen Prozeß dar. Für die Erschlaffung des Muskels ist die Beseitigung der Milchsäure erforderlich. Dies geschieht oxybiotisch, durch Verbrennung von Milchsäure in Kohlensäure und Wasser, und Benutzung der dabei freiwerdenden Energie zur Zurückverwandlung der übrigen Milchsäure in Glykogen Der Muskel befindet sich dann wieder im funktionellen Ruhestadium.

Nach dem Tode des Tieres und Aufhören der äußerlich wahrnehmbaren Lebensäußerungen setzen die einzelnen Zellen des Organismus infolge der Wirkung der Enzyme ihre den Stoffwechsel bedingende Tätigkeit noch eine Zeit lang fort. Dies geschieht allerdings nur nach der Seite des Abbaues hin, so lange bis die Zellen

mit Stoffwechselprodukten angefüllt sind. In den Muskelzellen bildet sich Milchsäure, die nicht wie im Leben sofort wieder beseitigt wird. Eine Resynthese der Milchsäure in Glykogen findet postmortal nicht mehr statt. Mit der intrazellulären Zunahme der Milchsäure tritt eine Änderung der Wasserstoffjonenkonzentration ein, wodurch die Quellung der Muskelkolloide eingeleitet wird. Der tote Organismus zeigt äußerlich das Bild der Totenstarre. Infolge Entquellung der Muskelkolloide löst sich die Totenstarre wie bekannt nach und nach wieder. Diese postmortalen Vorgänge spielen sich auch im Fleisch der geschlachteten Tiere ab und sind für seine Beurteilung als Nahrungsmittel für Menschen von größter Wichtigkeit.

2. Die Wasserstoffjonenkonzentration der Muskulatur gesunder Tiere.

Bongert (4) bezeichnet das Fleisch frischgeschlachteter Tiere als zähe, derb, elastisch und saftarm. Im zubereiteten Zustande ist es zähe, trocken, schwer kaubar, fade schmeckend und saftlos. Im Verlaufe von 20—40 Stunden aber wird dasselbe Fleisch weich, saftig und aromatisch. Das Fleisch hat seine Reife erhalten. Bei Aufbewahrung bei niederer Temperatur und unter sauberen Verhältnissen ist dieser Zustand des Fleisches längere Zeit zu erhalten und im Laufe von 8—14 Tagen selbst noch zu verbessern. Solches durchgereiftes Fleisch zeichnet sich nach von Ostertag (24) durch Weichheit, schnelleres Garkochen und Garbraten, große Schmackhaftigkeit und Zartheit aus. Anschließend an die vollzogene Fleischreife tritt allmählich die Fäulnis des Fleisches ein.

Schon frühzeitig wurde festgestellt, daß aufbewahrtes Fleisch bei diesen einzelnen Phasen verschieden auf Lakmuspapier reagiert. Nach dieser alten Untersuchungsmethode konnte ermittelt werden, daß frisches Fleisch neutral oder amphoter reagiert. Die neutrale Reaktion des frischen Fleisches geht jedoch wenige Stunden nach der Schlachtung in eine saure über und diese später wieder in eine alkalische, sobald sich Zersetzungserscheinungen einstellen. Nach dieser rein oberflächlichen Orientierung ging man daran mit Hilfe der Feststellung der Wasserstoffjonenkonzentration (pH) die Abstufung des Säuregrades zu untersuchen. Beim Fleisch der schlachtbaren Haustiere wurde dies zuerst systematisch von Andrejewski (1) durchgeführt und 1928 veröffentlicht. Die Methode der Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration wurde anschließend immer mehr ausgebaut und von vielen Autoren die Ergebnisse Andrejewskis nachgeprüft und von verschiedenen Seiten beleuchtet. Wie immer bei einer neuen wissenschaftlichen Methode war man geneigt ihre Bedeutung zu überschätzen. Van Oyen (25) und seine

Schüler erwarben sich um die weitere Bearbeitung der schwebenden Fragen besondere Verdienste.

Er gibt folgende Werte für die Änderung der Wasserstoffjonenkonzentration im Fleisch der verschiedenen Haustiere an:

Zeit nach der Schlachtung	pH Rindfleisch			pH Schweinefleisch			pH Pferdefleisch		
	mittel	höchste	niedrigste	mittel	höchste	niedrigste	mittel	höchste	niedrigste
a) sofort nach d. Schlacht.	6.6	6.8	6.3	6.4	6.5	6.3	6.6	6.7	6.5
b) 24 Std. nach d. Schlacht.	5.7	5.9	5.5	5.9	5.2	5.7	6.0	6.1	5.8

Schon Andrejewski (1) hatte festgestellt, daß die pH in den ersten 24 Stunden nach der Schlachtung von etwa 6.8 auf 5.8 zurückgeht. Nach ungefähr $3^1/_2$ Tagen fängt ein Steigen der pH, also Minderung des Säuregrades an, um erst nach 7 Tagen wieder die Größe 7 zu erreichen. Diese Feststellungen Andrejewskis wurden nach van Oyen von Lenfeld (18), Dohnal und Vachu und Fooy (7) bestätigt. Schönberg (28) faßt diese Ergebnisse wie folgt zusammen: „Fleisch der schlachtbaren Haustiere reagiert in der Regel gleich nach der Schlachtung schwach alkalisch oder neutral, etwa 2 Stunden nach der Schlachtung schwach sauer und erreicht in einer Zeit von 20—22 Stunden den höchsten Säuregrad von pH 6.0, vereinzelt von pH 5.8. Bei günstiger, pfleglicher, kühler Aufbewahrung bleibt dieser pH Wert 6.0 längere Zeit bestehen, um dann allmählich nach dem Neutralpunkt hinzusteigen".

Wie erklärt sich nun der Reifungsprozeß und die Fäulnis des Fleisches? Stehen die Veränderungen des aufbewahrten Fleisches mit der Säuerung in Zusammenhang oder sind sie sogar abhängig davon?

So wie es rein physiologisch bei der vitalen Kontraktion der Fall ist, wird auch im toten Muskel das Glykogen in Milchsäure umgewandelt. Dieser Prozeß wird nach allgemein heute gültiger Auffassung durch intrazelluläre Enzyme bewirkt. Von der entstehenden Milchsäure wird nach van Oyen (25) ein Teil neutralisiert durch Aufnahme von Metalljonen aus Salzen, ein Teil wird an Eiweiß gebunden, wodurch Quellung und Gerinnung entstehen, der dritte Teil bleibt frei im Fleischsaft und gibt die von uns wahrgenommene saure Reaktion. Das unaufhörliche Anwachsen von Milchsäure im Fleische charakterisiert das erste Stadium des Fleischreifungsprozesses und bedingt zugleich das Eintreten der zweiten, der autolytischen Phase (Makaritscheff) (22). In dem mit Milchsäure angefüllten Fleisch kommt es zur Autolyse, zu einer

Art Selbstverdauung. Nach Makaritscheff (22) überwiegen in diesem eigentlichen Fleischreifungsstadium die Prozesse der Eiweißhydrolyse und Kohlenstoffhydrolyse in ihre einfachsten Verbindungen. Nach Bongert (4) ist der Reifungsprozeß des Fleisches ein rein enzymatischer Prozeß, teils hydrolytischer, teils reduzierender Natur. Die von den Gewebszellen gebildeten Enzyme wirken auch nach dem Tode weiter spaltend. Die Reifung des Fleisches verläuft ohne Mitwirkung von Bakterien. Durch diese postmortalen Prozesse wird das Fleisch leichter verdaulich. Von dieser Eigenschaft des Fleisches wird besonders beim Wild zur Erreichung des Hautgout Gebrauch gemacht.

Selbstverständlich ist mit diesen Feststellungen der Fleischreifungsprozeß seinem innersten Wesen nach nicht erklärt. Nach Bongert (4) bezeichnet Glage die Veränderungen der postmortalen Prozesse als „physiologische Destruktion", Salkowski nennt sie „Autodigestion" und Jacoby „Autolyse". Über das ganze Fleischreifungsproblem schreibt Makaritscheff (22): „Die Biochemie des Reifungsprozesses ist noch nicht ganz klar. Eber z. B. stellt den Reifungsprozeß als eine besondere Art saurer Gärung dar. Nach Glage ist die Reifung eine Fortsetzung des noch im Leben stattfindenden Stoffwechselprozesses, der ausschließlich in die Richtung des Gewebszerfalles geht. Andere schreiben den Reifungsprozeß des Fleisches ausschließlich der Wirkung der Fermente zu. Es ist aber klar, daß man durch irgend einen Begriff den Komplex der Erscheinungen, den wir Fleischreifungsprozeß nennen, nicht charakterisieren kann. Zweifellos stellt der Reifungsprozeß einen komplizierten Komplex biochemischer Prozesse dar, die nach dem Typus autokatalytischer Vorgänge verlaufen. Hier werden auch Prozesse kolloidalen (Quellung, Entquellung), chemischen (Bildung von Milchsäure) und fermentativen (Hydrolyse d. Eiweißes u. a.) Charakters mit eingeschlossen. Alle diese Vorgänge sind untereinander unzertrennbar verbunden; einige von ihnen bedingen das Erscheinen anderer usw. Einem jeden gegebenen Moment entspricht auch eine besondere Zusammensetzung dieser Prozesse: Das Zunehmen einiger und das Erlöschen anderer usw."

Wird Fleisch lebenswarm verpackt, so können die Reifungsprozesse in ganz andere Bahnen gelenkt werden. Grüttner (13) ist der Meinung, daß bei der übermäßig langen Erhaltung der Lebenswärme die Reifung unter Bedingungen geschieht, die den enzymatischen Vorgängen besonders günstig sind. Die Reifung geht in überstürzter Weise vor sich und läßt Zerfallstoffe zur Entwicklung kommen, die nicht mehr eine angenehme Geschmackseinwirkung bedingen, sondern das Fleisch ungenießbar machen. Statt der Tafelreife entsteht die stickige Reife. Da es sich um einen enzy-

matischen Vorgang, also nicht um Verderbnis handelt, ist das stikkige Fleisch nicht gesundheitsschädlich, wohl aber minderwertig.

Für die Erreichung einer normalen und vollständigen Fleischreife bleibt maßgebend, daß diese sich nur bei Gegenwart einer genügenden Menge Milchsäure vollziehen hann. Zur Erreichung dieser Reife ist anfangs eine bestimmte Menge Milchsäure absolut notwendig. Fleisch ohne diese Säure ist als minderwertig zu betrachten (van Oyen) (21). Das Einlegen des Fleisches in Essig oder saure Milch soll nach von Ostertag (24) den Zweck haben, die Reifung künstlich zu unterstützen.

Nach Aufhören der stärksten Säuerung und der damit vollendeten Fleischreifung beginnt die pH Kurve wieder anzusteigen, parallel damit treten die Zeichen der Verderbnis auf. Die Fäulnis wird durch die Ansiedlung von Fäulnisbakterien bedingt. Diese finden in dem dem Neutralpunkt sich nähernden Nährboden günstige Lebensbedingungen. Sie dringen langsam in die Tiefe ein und bewirken die Zersetzung der Substanz. Dort wo niedere pH besteht, ist Fäulnis nicht zu erwarten, jedenfalls nicht weit vorgeschrittene Fäulnis. Für die Praxis der Fleischhygiene ist es wichtig die beginnende Fäulnis feststellen zu können. Nach Herzner und Mann (15) gibt es dazu kein einwandfreies chemisches Verfahren. Als einzige Methode erscheint ihnen nur die Methode der pH-Bestimmung brauchbar. Sie sind der Meinung, daß das Stadium der beginnenden Fäulnis des Fleisches von Warmblütlern durch ein pH von 6.0 gekennzeichnet ist. Sie erklären aber gleichzeitig, daß es verfrüht wäre auf Grund der von ihnen im Jahre 1925 durchgeführten Versuche eine Grenzzahl festzusetzen. Meßner (23) schreibt hierzu: „Der pH-Wert gibt früher einen Hinweis auf die beginnende Fäulnis, als es die bisher gebräuchlichen Untersuchungsmethoden ermöglichen.“ Allerdings läßt er die Feststellung der Wasserstoffjonenkonzentration nur als ein brauchbares Hilfsmittel gelten, so wie es heute allgemeine Auffassung der Autoren ist (Lenfeld, van Oyen, Grüttner a. a. O.). Ein niederes pH schließt schon beginnende Fäulnis nicht aus. Schönberg (28) ist in seiner Ansicht zuzustimmen: „Fleisch, das einen pH Wert von 6.2 hat, sollte bald verbraucht werden. Fleisch, dessen pH Wert mehr als 6.2, etwa 6.5 beträgt, muß umgehend nach vorläufiger Beanstandung auf bakterielle Zersetzung oder sonstige Veränderungen untersucht werden.“ Damit ist ein gangbarer Mittelweg gefunden zwischen der Ansicht von Horowitz-Wlassowa (17), der der Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration keinerlei Anhaltspunkte für die Beurteilung des Fleisches hinsichtlich seiner Frische zukommen läßt, und der Behauptung von Fooy (7), der die pH-Bestimmung als die ein-

zig brauchbare Methode herausstellt zum Nachweis beginnender organoleptisch noch nicht merkbarer Fleischfäulnis.

3. Die Wasserstoffjonenkonzentration der Muskulatur abgehetzter, notgeschlachteter und kranker Tiere.

Von besonderer sanitär-hygienischer Bedeutung ist die Beurteilung des Tierkörpers bei notgeschlachteten Tieren. Entscheidend bei der Beurteilung über die Verwendbarkeit dieses Fleisches als genußtaugliches Nahrungsmittel hat sich bis heute die bakteriologische Untersuchung behauptet. Es ist einleuchtend, daß die pH-Untersuchung von Anfang an auch für die Untersuchung des Fleisches von Notschlachtungen angewandt wurde, mit dem Ziel, eine neue zusätzliche Methode für ihre oft nicht leichte Beurteilung zu finden. Als erster Autor, der diese Untersuchungen systematisch durchführte, ist ebenfalls Andrejewski (1) zu nennen. Er beobachtete, daß Fleisch von notgeschlachteten Tieren wie normales Fleisch kurz nach der Schlachtung pH 6.8—6.7 besitzt. In den meisten Fällen verändert sich jedoch dieser Wert in den weiteren 24 Stunden überhaupt nicht, oder er sinkt nur unbedeutend (auf pH 6.6). Solches Fleisch aber unterliegt schneller der Zersetzung und pH steigt rascher auf 7.0 und höher. Dieselben Beobachtungen konnte Andrejewski auch bei Fleisch von Tieren machen, die durch Transporte oder durch Überhetzung in völlig erschöpftem, agonieähnlichem Zustand geschlachtet wurden. Andrejewski ging selbst so weit, für bestimmte Krankheiten bestimmte Wasserstoffjonenverhältnisse festzulegen und macht folgende Angaben:

„1. Im Muskelgewebe von wegen pericarditis traumatica, peritonitis und metritis septica notgeschlachteten Rindern sowie im Muskelgewebe von wegen schwerer Kolik (torsio coli), wegen schweren Formen von Tetanus und wegen ausgedehnter Eiterherde notgeschlachteter Pferden sinkt die Zahl pH gleichfalls nicht unter 6.6, und es wird eine beschleunigte Zersetzung und ein schleunigeres Steigen der pH auf 7.0 beobachtet.

2. Bei Schweinerotlauf unterscheidet sich in der Mehrzahl der Fälle die Kurve pH nicht von der Kurve pH des Fleisches von normalen Tieren, und nur selten kommt es dazu, daß pH nicht unter 6.7—6.6 sinkt und schleuniger steigt parallel mit dem schleunigeren Erscheinen von Zersetzungserscheinungen. Aber alle diese Rotlauffälle beziehen sich auf Schweine, die einen langen Transport aushalten mußten, weshalb es nicht ausgeschlossen ist, daß diese Tiere gleichfalls durch den Transport erschöpft waren.

3. Bei Tuberkulose wie bei Maul- und Klauenseuche sinkt pH wie bei normalem Fleisch, aber steigt ein wenig rascher und zwar parallel mit der schleuniger fortschreitenden Zersetzung.

4. In den 3 untersuchten Fällen von schwerer Haemoglobinuria equorum erreichte pH niedere Werte als bei normalem Fleische."

Diese Ergebnisse Andrejewskis wurden von vielen Autoren (Meßner, Lenfeld, Grüttner u. a.) nachgeprüft und dabei festgestellt,

daß oftmals bei Notschlachtungen diese normalem Fleisch gegenüber veränderten Verhältnisse nicht vorliegen. Auch bei Notschlachtungen und erschöpften Tieren konnte das Fleisch bisweilen ganz normal säuern. Andrejewskis (1) Schlußfolgerung stellte sich als viel zu weitgehend und zu umfassend heraus, wenn er behauptet: „Wenn in einem nach Ablauf von 20 Stunden der Ausschlachtung des Tieres untersuchten Fleischextrakt eine pH höher als 6.5 festgestellt wird und sich dabei keine Anzeichen von Zersetzung zeigen, so stammt das Fleisch von den durch den Transport erschöpften oder von kranken Tieren." Völlig falsch aber stellte sich heraus, daß für die verschiedenen Krankheiten eine bestimmte Wasserstoffjonenkonzentration des Fleisches besteht. Der Ansicht von van Oyen (25) ist deshalb zuzustimmen: „Es hat keinen Zweck nach Krankheiten zu suchen, die immer eine hohe pH hervorrufen."

Wieso ist es überhaupt möglich, daß Krankheiten die pH Kurve des Fleisches ändern können? Ausgangspunkt für die Säuerung ist die Anwesenheit und der fermentative Zerfall des Glykogens in Milchsäure. Bei abgehetzten Tieren ist das Glykogen durch die starke Muskeltätigkeit verbraucht und es erklärt sich damit die veränderte pH-Kurve. Daß Glykogenmangel auch in der Muskulatur kranker Tiere besteht, ist von vornherein nicht anzunehmen. Es ist jedoch erklärlich, daß der kranke Körper in seiner gestörten Nahrungsaufnahme nach all seinen Kraftreserven greift. Dabei wird auch das überall im Muskel deponierte Glykogen und seine Vorstufen angegriffen. An Stelle der aktiven Erschöpfung tritt die erschöpfende Krankheit. Schoon (27) hat tatsächlich in zahlreichen Fällen den Glykogenschwund quantitativ nachgewiesen. Folgende Zahlen aus seiner Arbeit:

Gesund			Krank		
Kuh	Glykogen %	pH	Broncho-pneumonie	Glykogen %	pH
½ Std. n. d. Schl.	0.59	6 8	½ Std. n. d. Schl.	0.036	6.8
24 „ „ „ „	0.20	5.9	24 „ „ „ „	0.027	6.8
Differenz	0 39	0.9	Differenz	0.009	nihil
			Metritis		
			½ Std. n. d. Schl.	0.12	6.8
			24 „ „ „ „	0.006	6.7
			Differenz	0.014	0.1
Schwein			Schwerer partus		
½ Std. n. d. Schl.	0.41	6.7	½ Std. n. d. Schl.	0.06	6.65
24 „ „ „ „	0.01	5.7	24 „ „ „ „	0.013	6.45
Differenz	0.40	1.—	Differenz	0.047	0.02

Je nach der Dauer und der Intensität der Krankheit wird verschieden viel Glykogen verbraucht werden, und damit bei derselben Krankheit sich nicht immer dieselbe pH-Kurve einstellen. Damit erledigt sich rein theoretisch die von Andrejewski festgestellte Regelmäßigkeit. Grüttner (11) stellte für bestimmte Krankheitsfälle keine, oder mehr oder weniger starke Hemmung der Säurereifung fest. Unterschiedlich von Andrejewski konnte er nachweisen, daß bei Tetanus keine Hemmung der Säurereifung eintritt, während Andrejewski fand, daß die pH Zahl nicht unter 6.6 sinkt. Die widersprechenden Angaben der beiden Autoren sind der beste Beweis, daß bei Erkrankungen keine Regelmäßigkeit in der Verschiebung der Wasserstoffjonenkonzentration besteht. Grüttner folgert aus seinen Versuchen, daß irgendwelche Rückschlüsse auf das Vorhandensein bestimmter Krankheiten durch das Verhalten der pH-Kurve nicht gezogen werden können. Bei denselben Krankheiten können ganz verschiedene Ergebnisse gefunden werden.

Maßgeblich für das Zustandekommen abweichender pH Kurven sind die Ergebnisse der Versuche van Oyens und seiner Schüler (25), daß eine hohe pH die Folge eines ungenügenden Glykogengehaltes im Moment der Schlachtung ist. Fleisch, welches zu wenig Glykogen enthält und infolgedessen eine ungenügende Menge Milchsäure bildet, ist schon aus diesem Grunde als minderwertig zu bezeichnen, da sich die Reifung nicht vollziehen kann.

Vielmehr aber noch als zur Erreichung der Reife des Fleisches, macht sich Glykogenmangel auf die Haltbarkeit des Fleisches bemerkbar. Als wesentlichster Faktor der Verderbnis wirken die Fäulnisbakterien. Diese bevorzugen unzweifelhaft einen schwach sauren und noch mehr einen leicht alkalischen Nährboden. Ungenügend gesäuertes Fleisch aus Notschlachtungen begünstigt infolgedessen die Ansiedlung und Vermehrung von Bakterien. In normal gesäuertem Fleisch wird die Ausbreitung der Fäulnis durch genügende Mengen Milchsäure hintangehalten. Wann die Vermehrung der Fäulniskeime erfolgen kann, zeigt deutlich die ansteigende pH-Kurve an. Die von van Oyen (25) als zutreffend bewährten Angaben von Fooy rechnen als verdorben, Rindfleisch bei pH 6.3 und höher, Schweinefleisch bei pH 6.5 u. h., Pferdefleisch bei pH 6.3 u. h. Von dort ab erscheinen die Zeichen der Fäulnis. Bei Fleisch mit hohem pH noch nach 24 Stunden ist also frühzeitige Verderbnis zu erwarten. Aus diesem Grunde besitzt die Forderung Andrejewskis eine gewisse Berechtigung, daß das Fleisch allgemein, und besonders aus Notschlachtungen auf normale Säuerungsfähigkeit zu untersuchen ist. Geschieht dies nicht, so wird nach Andrejewski dem Konsumenten verschwiegen, daß das Fleisch viel schneller der Zersetzung anheimfällt als normales Fleisch, mit dem ganz anders

umgegangen werden muß. Nach Andrejewski müßte dieses Fleisch entsprechend abgestempelt werden, und Verordnungen erlassen werden, wie mit säuerungsunfähigem Fleisch, besonders bei warmem Wetter zu verfahren ist.

Fleisch ohne genügende Säuerung ist also in zweierlei Beziehungen als minderwertig zu bezeichnen. Einmal erreicht es nicht die normale Tafelreife und zum anderen besitzt es geringere Haltbarkeit. Als dritter Punkt kommt hinzu, daß in solchem Fleisch sich nicht nur unspezifische Saprophyten leichter vermehren, sondern auch die spezifischen für den Menschen pathogenen Keime. An spezifischer Mikroflora im Fleisch kranker Schlachttiere ist praktisch am wichtigsten die Paratyphusgruppe, welche die gefährlichen Fleischvergiftungskeime enthält. Vom Darm aus dringen sie leicht in den geschwächten Organismus kranker und abgehetzter Tiere ein. Diese Keime werden sich in ungenügend gesäuertem Fleisch unvergleichlich rascher als in normal gesäuertem Fleisch vermehren. Fleisch aus Notschlachtungen mit Feststellung der normalen Säuerung ist daher bei weitem als ungefährlicher zu betrachten (van Oyen, Andrejewski, a. a. O.). Die Mitteilung von F o o y (8), daß bei seinen Versuchen unter Anwendung verschieden eingestellter Nährböden erst bei pH kleiner als 5 eine merkliche Wachstumshemmung eintritt, entbehrt noch der Bestätigung. Fooy ist der Meinung, daß kein Grund zu der Annahme vorliegt, daß die pH normalen Fleisches auf die Infektion mit Fleischvergiftern eine hemmende Wirkung hat. Im Gegensatz hierzu behauptet Andrejewski (1), daß die Ausbreitung und Entwicklung der gefährlichen Fleischvergifter in saurem Nährboden (schon bei pH 5.8 bis 6.0) unmöglich oder doch nur unbedeutend ist. Er geht so weit, daß er die Bakterien der Paratyphusgruppe unter die Bakterien einreiht, die sich mit der unspezifischen Mikroflora, parallel mit dem pH-Anstieg entwickeln. L e n f e l d (19) schreibt über diese Ansicht Andrejewskis: „Der schwerwiegendste Fehler Andrejewskis liegt darin, daß er im Fleisch kranker Schlachttiere die Bedeutung der spezifischen Fleischvergiftungskeime (Paratyphus-Gruppe) unterschätzt, über deren Gefährlichkeit bei Massenvergiftung der Menschen auf Grund festgestellter Tatsachen kein Zweifel bestehen kann.“ Nur in soweit gehen die Autoren einig mit Andrejewski, als er behauptet, daß die Vergiftungsmöglichkeit bei ungenügender Säuerung weit größer ist, aus dem Grunde, weil bei einer fast neutralen Reaktion das größte Hindernis einer Bakterienvermehrung, d. i. die saure Reaktion der Umgebung beseitigt ist. Jedoch haben viele Bakterien die Fähigkeit auch auf saurem Nährboden zu wachsen. So konnte L e n f e l d (18) verschiedentlich feststellen, daß mit Mikroflora infiziertes Hackfleisch den auffallend niedrigen pH-Wert von 5.4 besaß. pH war in diesen Fällen ein gänzlich unzuverlässiger Indikator der gesundheit-

lichen Eigenschaften des Fleisches; denn sowohl durch die Sinnen- als auch durch die bakteriologische Untersuchung wurde das Verdorbensein des Fleisches bestätigt. Übereinstimmend wenden sich daher die Autoren gegen die Ansicht von Andrejewski, wenn er wegen der Umständlichkeit des Verfahrens, die bakteriologische Untersuchung als für die Verhältnisse des praktischen Lebens nicht passend ablehnt und dafür empfiehlt, bei dem Fleisch notgeschlachteter Tiere nur die Messung der Wasserstoffjonenkonzentration und die Proben auf die Oxydationsfähigkeit des Fleisches auszuführen. Somit überschätzt Andrejewski die Bedeutung der Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration erheblich.

Die pH Untersuchung bei Notschlachtungen gibt ohne Zweifel einen Anhaltspunkt dafür, ob solches Fleisch einen guten Nährboden für Bakterien darstellt und somit eine Fleischvergiftung begünstigen kann. Mehr aber auch nicht. Van Oyen (25) präzisiert den Stand der diesbezüglichen Forschung mit folgenden Worten: „Viele Autoren sehen in der alkalischen Reaktion des Fleisches einen der Faktoren, welcher die Notschlachtungen zur Herbeiführung von Fleischvergiftungen prädisponieren. Notschlachtungen mit großer pH sind deshalb als bedenklicher zu beurteilen als diejenigen, die mit normaler Säuerung des Fleisches einhergehen."

II. Die Wasserstoffjonenkonzentration in Leber und Niere.

Bei seinen Untersuchungen über den H-Jonengehalt des Fleisches stellte Claußen (5) gelegentlich fest, daß wässerige Auszüge von Lebern und Nieren regelmäßig andere Werte als Muskelfleisch zeigten. Diese Ergebnisse veranlaßten ihn planmäßig die beiden Körperorgane Leber und Niere der Schlachttiere auf ihren Gehalt an H-Jonen zu untersuchen. Claußen untersuchte Lebern und Nieren im ungeheizten Raum, nach Aufbewahrung bei niederen Temperaturen und bei Gefriertemperaturen. Als Ergebnis seiner Untersuchungen konnte er folgendes feststellen:

„1. Lebenswarme Lebern haben einen pH Wert von 6.4—6.6, welcher während der ersten 24 Stunden unverändert bleibt.

2. Nach 48 Stunden beginnt ein allmähliges Absinken der pH-Werte, das unter normalen Verhältnissen in absteigender gerader Linie verläuft; in wenigen Tagen schon kann das Säuremaximum erreicht sein. Der niedrigste Wert, den ich gemessen habe, beträgt 4.3.

3. Wärme beschleunigt den Eintritt der Säuerung, während Temperaturen um den Gefrierpunkt herum ein Absinken des ursprünglichen pH-Wertes 2—3 Wochen lang verzögern.
4. Gefriertemperaturen (—3 bis —5 Gr. C.) können den pH-Wert frischer Lebern monatelang auf der ursprünglichen Höhe halten, im Gegensatz zum lebenswarm eingefrorenen Muskelfleisch, dessen H-Jonen in wenigen Tagen bis zum Säuremaximum absinken."

Demnach bestehen in dem Verhalten von Muskelfleisch und Leber gewaltige Unterschiede, besonders bei der Aufbewahrung. Das Ansteigen der Säuerung läßt sich beim Muskelfleisch durch Temperatureinwirkungen nicht wesentlich beeinflussen. Höchstens ist festzustellen, daß der Muskel derart mit der Leber übereinstimmt, daß Wärme dort auch die Säuerung beschleunigt. Der Kälte gegenüber aber zeigt die Leber ganz anderes Verhalten als das Muskelfleisch. Unter der Einwirkung von Gefriertemperaturen bleibt der zur Zeit der Einfrierung vorhandene pH-Wert der Leber monatelang erhalten. Die Reifungsprozesse werden also vollständig zum Stillstand gebracht; beim Muskel höchstens verlangsamt, aber niemals aufgehalten. Die Säuerung in der Leber geschieht ebenfalls durch die Umwandlung des Glykogens in Milchsäure. Glykogen steht dort ja in reichlicher Menge zur Verfügung. Die Umwandlung erfolgt enzymatisch, analog der Milchsäurebildung im Muskel. Die starke Milchsäurebildung hindert das Wachstum der Fäulnisbakterien. Es ist daher nach Claußen (6) eine irrige Meinung, daß Lebern rascher verderben sollen. Selbst die bakterielle Zersetzung durch vom Darm in die Leber verirrte Bakterien wird durch die Säure zurückgedrängt. Wohl bedingt der dominierende Einfluß der Säure sehr rasch autolytische Prozesse, die aber mit Fäulnis nichts zu tun haben. Claußen ist der Ansicht, daß die Kenntnis und Ermittlung der H-Jonenkonzentration in der Leber in einzelnen Fällen die Entscheidung erleichtern kann. Bei Beginn der Autolyse soll der pH-Wert zwischen 6.6 und 6.8 liegen. Fehlen zu diesem Zeitpunkt Farbveränderungen, so sollen solche Lebern noch genußtauglich sein, müssen jedoch möglichst bald dem Konsum zugeführt werden.

Für die Nieren gibt Claußen (6) folgende Ergebnisse an: „Die pH-Werte in den Nieren zeigen sich sehr konstant; sie schwanken zwischen 6.3 und 6.6. Eine postmortale Säuerungszunahme tritt nicht ein, auch werden die pH-Werte durch Kälteeinwirkung oder durch fortschreitende Zersetzung nicht wesentlich beeinflußt."

Dieses merkwürdige Verhalten mag sich vielleicht daraus erklären, daß in den Nieren kein oder nur wenig Glykogen vorhanden ist.

III. Angaben über die Brauchbarkeit der pH-Konzentration für die Untersuchung von Wurst, Eiern und Fischfleisch.

Graveninger (10) gibt an, daß dem Nachweis der pH-Zahl bei Wurstuntersuchungen keine Bedeutung zukommt; sie erlaubt keinen Rückschluß auf den Grad der bakteriellen Durchsetzung der Wurst.

Nach Feststellungen von Beller, Wedemann und Priebe (2) beträgt die Wasserstoffjonenkonzentration bei Frischeiern 8.5—8.7 (alkalisch!). Es wurde festgestellt, daß im Kühlhaus aufbewahrte Eier mit dem pH-Wert über 9.0, unter Berücksichtigung der übrigen Veränderungen (Verlust des Glanzes der Schale, Luftkammerhöhe u.s.w.) über 6 Monate alt sind.

Von allen tierischen Nahrungsmitteln fallen besonders die Fische leicht der Fäulnis anheim. Diese Zersetzung geschieht fast ausschließlich auf bakterieller Grundlage. Schönberg (30) hat Geruchsabweichungen ohne Gegenwart von Bakterien, also auf rein autolytischer Grundlage, bei seinen Versuchen und sonstigen Beobachtungen niemals feststellen können. Die üblen Gerüche entwikkeln sich erst dann, wenn eine erhebliche Vermehrung der anhaftenden Wasserbakterien eingetreten ist. Als Gründe für die leicht eintretende Fischfäulnis führt Schönberg (30) an, daß die das Fischfleisch zersetzenden Bakterien psykrophil sind, d. h. bei Kühlhaustemperaturen von +4 bis +6 Gr. C. noch gut gedeihen. Die das Säugetierfleisch zersetzenden Bakterien dagegen werden in ihrem Wachstum durch die Kühlhaustemperatur gehemmt, sie sind termophil. Außerdem können die Bakterien im Fischfleisch leichter eindringen. Faszien und Sehnenplatten versperren ihnen nicht den Weg. Zudem werden Haustiere sorgfältiger ausgeschlachtet als das Ausweiden auf hoher See bei Fischen möglich ist. Als weitere Begründung der raschen Verderbnis der Fische führt Schönberg folgendes an: „Endlich tritt im Fischfleisch die für das Bakterienwachstum günstige, alkalische Reaktion sehr bald nach dem Tode auf, während die saure Reaktion der Muskulatur der schlachtbaren Haustiere lange bestehen bleibt."

Genaue Untersuchungen über die Wasserstoffjonenkonzentration bei Fischen wurden von Hintersatz (16) angestellt. Seine Messungen führte er durch an 20 Süßwasserfischen (7 lebende, 2 blutfrische, 11 verschiedener Zersetzungsgrade) und 30 Seefischen (8 blutfrische, 22 verschiedener Zersetzungsgrade). Die Fische wurden bei +4 Gr. C. aufbewahrt. In einer ersten Gruppe untersuchte Hintersatz 7 lebende Süßwasserfische, in einer zweiten Gruppe 10 blutfrische Fische und in einer dritten Gruppe 33 Fische verschiedenen Zersetzungsgrades. Charakteristisch und maßgebend für das Verhalten des Fischfleisches bei der Aufbewahrung sind die Ergeb-

nisse der ersten Versuchsreihe. Darnach beträgt die pH des Fischfleisches:

sofort nach der Tötung	pH =	6.9
nach 24 Stunden	„ =	6.58 (Aziditätsmaximum)
„ 27 „	„ =	6.98
„ 48 „	„ =	7.05
„ 72 „	„ =	7.2 (alkalisch)

In der Zeit von 27 bis 48 Stunden nach der Tötung beginnen die postmortalen Veränderungen.

Nach diesen Feststellungen ist für die schnelle Fäulnis des Fischfleisches hauptsächlich die alkalische Reaktion und damit die leichte Ausbreitung von Bakterien verantwortlich zu machen. Hintersatz (A. a. O.) faßt seine Untersuchungsergebnisse wie folgt zusammen: „Die Messung der pH-Zahl im Fischfleisch gibt keine genauen Anhaltspunkte für den Grad der Zersetzung des Fisches. Bei Fischen läßt sich die Fäulnis organoleptisch früher nachweisen, als es durch die Feststellung des pH-Wertes geschehen kann. Es ist also bei Fischen gerade umgekehrt wie beim Fleisch schlachtbarer Haustiere. Daher kann die pH-Zahl im Fischfleisch die grobsinnliche Wahrnehmung und die bakteriologische Untersuchung lediglich unterstützen. Allein kommt diese Untersuchungsmethode ihrer Inkonstanz wegen keine Bedeutung zu".

C. Wert der Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration für die Beurteilung animalischer Lebensmittel.

Die Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration ist ein chemisches Verfahren zur Beurteilung von Tieren stammender Lebensmittel. Bei der Untersuchung derselben können zwei Arten von Untersuchungsverfahren angewandt werden, erstens die subjektive und zweitens die objektive Methode. Die subjektive Untersuchung besteht darin, daß mit Hilfe der Sinne über die Genußtauglichkeit entschieden wird. Bei den sogenannten objektiven Untersuchungsverfahren wird die zu untersuchende Substanz auf jede mögliche Aufschluß gebende Methode untersucht, so zum Beispiel der Nachweis von Bakterien im Abklatsch, im Ausstrich oder durch Anlegen von Kulturen, Anfertigung von histologischen Schnitten, chemische Untersuchung u.s.w. Trotz dieser vielen zum Teil vervollkommneten Untersuchungsmöglichkeiten hat die subjektive Untersuchung ihre Bedeutung nicht verloren. Die Wahrnehmungen des Auges, der Tastorgane, des Geruchsinnes und Geschmacksinnes werden nie zu entbehren sein.

Welche Stellung nimmt unter diesen vielen Untersuchungsarten die Methode der Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration zur Beurteilung animalischer Lebensmittel ein?

Zweifellos überschätzt wurde die neue Methode von Andrejewski, eine Überschätzung, die wie v a n O y e n (25) sagt, bei jeder neuen Methode in der Fleischbeschau wahrzunehmen ist. Der Fleischbeschau und der Lebensmittelkontrolle ist als Aufgabe gestellt die pathologischen gesundheitsschädlichen Veränderungen des Tierkörpers bzw. der Lebensmittel tierischer Herkunft festzustellen und die zu erwartende Haltbarkeit zu beurteilen. Daß dabei die Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration eine nicht untergeordnete Bedeutung hat, dürfte trotz einzelner Meinungsverschiedenheiten der Autoren aus den Ausführungen hervorgehen. Nach G r ü t t n e r (11) kann die Feststellung der Wasserstoffjonenkonzentration keine der sonstigen bei der Schlachtvieh- und Fleischbeschau anzuwendenden Arten des Untersuchungsverfahrens ersetzen. In zweifelhaften Fällen wird sie die Entscheidung erleichtern

können. Im Zusammenwirken aller subjektiven und objektiven Untersuchungsmethoden kann sie das Bild zur Beurteilung bedeutungsvoll ergänzen. Lenfeld (18) schreibt daher sehr richtig: „Mit den pH-Werten allein kann man nichts bestimmtes über die Eigenschaften des Fleisches ausdrücken; sondern nur mit fachlicher Erwägung und in Verbindung mit anderen, zweckdienlich gewählten Methoden."

D. Eigene Versuche.

I. Untersuchungsmaterial und Technik.

Zu meinen Versuchen verwandte ich Euter von Rindern, die am Schlachthof zu Gießen geschlachtet wurden. In den meisten Fällen hatte ich Gelegenheit die Tiere bezüglich ihrer Konstitution und Gesundheit lebend zu beurteilen. Bei der Auswahl des Materials wurde unterschieden zwischen virgilen, laktierenden, pathologischen und Eutern kranker Tiere.

Zur Herstellung der für die Untersuchung notwendigen wässerigen Auszüge wurden 5 g Gewebe auf einem Holzhackklotz zerkleinert und in einem Erlmeyerkolben mit 50 g destilliertem Wasser übergossen. Der Auszug wurde nach 15—30 Minuten durch Hartfilterpapier filtriert und der pH-Wert des Filtrates kolorimetrisch nach der Methode von Michaelis bestimmt. Benutzt wurde der Komparator von Walpole. Die Ergebnisse wurden bei trüben Extrakten und in Zweifelsfällen mit dem Elektrometer von Gerber nachgeprüft. Es hat sich dabei gezeigt, daß die kolorimetrische Methode gut brauchbare Ergebnisse zeitigt. Der Unterschied der ermittelten Werte betrug höchstens 0.1. Die Euter wurden sofort nach der Schlachtung erstmalig der pH-Untersuchung unterzogen und sodann in den Kühlräumen des Schlachthofes aufbewahrt. Eine kleine Gruppe von 3 Eutern wurde zwecks längerer Konservierung bei Temperaturen von —12 Gr. C. in einen an die Ammoniakkühlanlage angeschlossenen Eisschrank verbracht. Bei der großen Zahl von fortlaufenden Untersuchungen an längerer Zeit aufbewahrten Eutern, war es notwendig, zunächst in einer Dicke von 2 cm die Oberfläche zu entfernen, um durch Untersuchung des von der Luft nicht beeinflußten Gewebes einwandfreie Ergebnisse zu erhalten.

II. Die Wasserstoffjonenkonzentration normaler Rindereuter.

1. Der pH-Wert normaler Euter kurz nach der Schlachtung.

In 43 Fällen wurden Untersuchungen vorgenommen über den pH-Wert von normalem Eutergewebe. Äußere Merkmale der Tiere, wie Alter, Rasse, Ernährung usw. bedingten keine Abweichungen des pH-Wertes des Eutergewebes. Die Euter wurden regelmäßig sofort nach der Schlachtung untersucht. Es wurde festgestellt, daß der pH-Wert jungfräulicher Euter fast einheitlich 6.5 beträgt. Von 18 untersuchten virgilen Eutern hatten 16 den pH-Wert 6.5 und je ein Euter 6.4 und 6.6. Die wässerigen Auszüge waren hell, ungetrübt und ohne Verfärbung. Laktierende Euter zeigten fast immer den pH-Wert 6.7 und 6.8, selten 6.6. Von an 25 laktierenden Eutern angestellten pH-Bestimmungen zeigten 14 den pH-Wert 6,7, 8 den

pH-Wert 6.8 und 3 den pH-Wert 6.6. Das Eutergewebe war je nach der Stärke der Laktation mit Milch angefüllt und dadurch der Auszug leicht milchig, aber nicht undurchsichtig getrübt. Der so festgestellte pH-Wert war nicht verschieden von dem, der dann anschließend sich ergab, wenn aus dem Untersuchungsmaterial das Sekret abgetropft war.

2. Änderung des pH-Wertes bei der Aufbewahrung im Kühlhaus.

Zur ersten Orientierung über das Verhalten der pH-Kurve von im Kühlhaus aufbewahrten Eutern wurden 3 laktierende normale Euter in das Kühlhaus verbracht. Am ersten Tag wurden von jedem Organ im Abstand von 3 Stunden 3 pH-Untersuchungen vorgenommen. In den nächsten 6 Tagen morgens und abends eine Untersuchung und in den folgenden 5 Tagen täglich eine pH-Bestimmung. Dabei ergab sich, daß innerhalb dieser 12 Tage pH sich kaum änderte. Euter 1 hielt seinen pH-Wert 6.7 während der ganzen Zeit, Euter 2 sank nach 4 Tagen von 6.8 auf 6.7 und Euter 3 ging am 12. Tage von pH 6.7 auf pH 6.6 über. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind in Tabelle I. zusammengefaßt.

Tabelle I.

Vorversuche: 3 Euter 12 Tage im Kühlhaus bei + 2 Gr. C. aufbewahrt.

Zeit nach der Schlachtung	pH der Euter		
	I.	II.	III.
frisch	6.7	6.8	6.7
nach 3 Stunden	6.7	6.8	6.7
„ 6 „	6.7	6.8	6.7
„ 9 „	6.7	6.8	6.7
„ 1 Tag morgens	6.7	6.8	6.7
„ 1 Tag abends	6.7	6.8	6.7
„ 2 Tagen morgens	6.7	6.8	6.7
„ 2 Tagen abends	6.7	6.8	6.7
„ 3 „ morgens	6.7	6.8	6.7
„ 3 „ abends	6.7	6.8	6.7
„ 4 „ morgens	6.7	6.7	6.7
„ 4 „ abends	6.7	6.7	6.7
„ 5 „ morgens	6.7	6.7	6.7
„ 5 „ abends	6.7	6.7	6.7
„ 6 „ morgens	6.7	6.7	6.7
„ 6 „ abends	6.7	6.7	6.7
„ 7 „ morgens	6.7	6.7	6.7
„ 7 „ abends	6.7	6.7	6.7
„ 8 „	6.7	6.7	6.7
„ 9 „	6.7	6.7	6.7
„ 10 „	6.7	6.7	6.7
„ 12 „	6.7	6.7	6.6

Nachdem durch diese Versuche festgestellt war, daß innerhalb von 12 Tagen eine wesentliche Verschiebung der Wasserstoffjonenkonzentration nicht eintritt, mußten die weiteren Versuche auf längere Sicht angelegt werden. In zwei verschieden gekühlten Räumen wurden in den einen 7 und in den anderen 6 laktierende Euter eingehängt. Die durchschnittliche Temperatur in beiden Kühlräumen beträgt +2 Gr. C. In dem ersten Raum, in dem zeitweilig finnige Rinder durchgekühlt wurden fiel die Temperatur mitunter auf —3 Gr. C. Die Euter wurden zur fortlaufenden Untersuchung über ein halbes Jahr lang aufbewahrt. Die zeitlichen Abstände zwischen den einzelnen Versuchsstationen wurden aus den Kenntnissen der Vorversuche heraus immer mehr vergrößert. Die Ergebnisse sind in Tabelle II. und III. zusammengefaßt.

Tabelle II.

Euter im Kühlraum I. bei +2 Gr. C. bis —3 Gr. C.

Tage nach der Schlachtung	pH der Euter						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
frisch	6.8	6.7	6.7	6.7	6.8	6.7	6.6
3	6.8	6.7	6.6	6.7	6.8	6.7	6.6
6	6.8	6.7	6.6	6.7	6.8	6.7	6.6
8	6.7	6.7	6.6	6.7	6.6	6.7	6.6
13	6.7	6.7	6.6	6.7	6.6	6.7	6.6
16	6.7	6.7	6.6	6.7	6.6	6.6	6.6
20	6.7	6.7	6.6	6.7	6.6	6.6	6.6
24	6.7	6.5	6.6	6.6	6.5	6.5	6.5
29	6.7	6.4	6.5	6.5	6.3	6.4	6.5
35	6.5	6.4	6.5	6.5	6.3	6.4	6.5
39	6.4	6.4	6.4	6.5	6.2	6.3	6.4
46	6.3	6.3	6.4	6.3	6.2	6.3	6.3
54	6.3	6.2	6.3	6.2	6.2	6.3	6.3
61	6.2	6.1	6.1	6.0	6.2	6.2	6.2
69	6.1	6.1	6.1	6.0	6.1	6.2	5.9
84	6.1	5.9	6.0	5.9	6.2	6.1	6.1
94	6.3	6.0	5.8	5.9	6.2	6.1	6.3
102	6.4	6.1	5.8	6.0	6.3	6.1	6.5
113	6.5	6.3	5.9	6.1	6.3	6.2	6.6
213	6.5	6.5	6.1	6.2	6.3	6.3	6.6
134	6.7	6.5	6.3	6.2		6.3	7.0
163	7.0	6.6	6.3	6.3			7.3
203	7.3	6.6	6.5				

Tabelle III.

Euter im Kühlraum II. bei +2 Grad Celsius.

Tage nach der Schlachtung	pH der Euter					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
frisch	6.7	6.7	6.7	6.8	6.8	6.6
6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.8	6.6
9	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.6
13	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.6
17	6.6	6.7	6.7	6.7	6.6	6.5
22	6.5	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5
28	6.5	6.7	6.5	6.6	6.3	6.4
32	6.5	6.5	6.3	6.5	6.3	6.3
39	6.3	6.4	6.1	6.4	6.2	6.2
46	6.1	6.3	6.0	6.4	6.1	6.2
62	6.0	6.1	5.9	6.3	6.1	6.2
77	5.9	6.0	6.1	6.4	6.0	6.1
95	6.2	6.2	6.3	6.4	6.3	6.3
106	6.4	6.3	6.5	6.5	6.5	6.4
116	6.6	6.5	6.7	6.6	6.5	6.5
147	5.8	6.6	6.8	6.6	6.7	6.7
155	7.0	6.8			7.0	6.8
196	7.0				7.3	7.0

Tabelle II. und III. verglichen, zeigen ungefähr dasselbe Bild. Ungefähr 3—4 Wochen behalten die Euter ihren ursprünglichen pH-Wert oder senken ihn doch nur um 0.1 oder auch 0.2. Der tiefste Säurepunkt wird zwischen 70 und 95 Tagen erreicht. Der tiefste Säurepunkt wird bei den in Tabelle III. zusammengefaßten Eutern ungefähr 10—14 Tage früher erreicht. Es ist anzunehmen, daß die Säuerung dieser Euter durch die zeitweilige tiefere Temperatur bis —3 Gr. C. gehemmt wurde. Übereinstimmend wurde der tiefste Säurepunkt in beiden Kühlräumen mit durchschnittlich pH 6.0 ermittelt. Die stärkste Säuerung wurde mit pH 5.8 gemessen. In der Tabelle sind diese Punkte durch Unterstreichen kenntlich gemacht. Ein einheitlich tiefster Säurepunkt konnte nicht festgestellt werden. Die stärkste Säuerung bleibt bei den angegebenen Aufbewahrungsverhältnissen nur kurze Zeit bestehen und die pH-Kurve bewegt sich wieder aufwärts. Der Neutralpunkt 7.0 wird

nach 134 Tagen erreicht. In anderen Fällen dauert es über ein halbes Jahr bis der Neutralpunkt erreicht ist.

3. pH-Kurve und Genußtauglichkeit der aufbewahrten Euter.

Deutlich unterscheidet sich die pH-Kurve aufbewahrter Euter von allen bisher erwähnten Feststellungen über die Wasserstoffjonenkonzentration tierischen Gewebes. Die Erreichung des tiefsten Säurepunktes, die beim Muskel bereits nach 24 Stunden festgestellt werden kann, ist im Euter erst nach 2—3 Monaten nachweisbar. Schon 2 Stunden nach der Schlachtung beginnt die Säuerung im Muskelfleisch und ist nach 24 Stunden nahezu beendet. Nur verhältnismäßig kurze Zeit hält sich dort dieser Punkt und bald hat die pH-Kurve den Neutralpunkt erreicht und überschritten. Bis zur stärksten Säuerung vergehen bei im Kühlhaus aufbewahrten Eutern beinahe 3 Monate und nur langsam bewegt sich die pH-Kurve auf den Neutralpunkt zu. Im ganzen also ein gewaltiger Unterschied zwischen dem Verhalten der Wasserstoffjonenkurve des Muskelfleisches und des Eutergewebes. Lediglich mit den von Claußen ermittelten Ergebnissen bei Lebern besteht eine gewisse Ähnlichkeit.

Wie verhält sich nun das Eutergewebe während dieser Zeit der pH-Beobachtung hinsichtlich seiner Genußtauglichkeit? In den ersten 14 Tagen zeigten die Euter keine Veränderung im Aussehen. Dann jedoch begann sich die Euteroberfläche mit einer dünnen, schmierigen, klebrigen, gelblichen Schicht zu überziehen. Im ganzen hatten die Euter eine dunklere Farbe angenommen. Wurde die beschriebene Schicht mit der Messerschneide abgeschabt, so erschien wieder die helle normale Farbe. Infolge der an der Oberfläche aufgetretenen Zersetzungserscheinungen konnten 4 Wochen lang aufbewahrte Euter nicht mehr als genußtauglich bezeichnet werden. Wenn auch die inneren Schichten noch keine Fäulniserscheinungen zeigten, so ergaben doch mehrmals angestellte Kochproben, daß bereits in diesen Teilen ein abnormer, durchdringender Geruch vorhanden war. Dem Aussehen nach aber waren die Euter noch völlig einwandfrei. Die schöne helle Farbe hatte sich nicht im geringsten geändert. So blieb dies auch für die Zukunft. In der Folgezeit überzogen sich die Euter mit einem dichten Schimmelmycel und trockneten zum Teil stark ein. Bei der Entnahme der Untersuchungsproben mußte man immer wieder erstaunt sein, in welch wunderbarer Weise das von der Luft abgeschlossene Eutergewebe seine Konsistenz und sein Aussehen bewahrte. Inzwischen entwickelten sich auch in den inneren Gewebsschichten deutlich stinkende Gerüche, aber von sichtbaren Veränderungen der Fäulnis wie Verfärbung, Auflockerung und Verflüssigung des Gewebes war

nichts zu bemerken. Auf frischen Schnittflächen leuchtete bei jedem Anschneiden die unveränderte, helle Farbe des Innengewebes hervor, und dies noch nach 6 Monaten. Eutergewebe in diesem Zustande gekocht, verbreitete einen widerlich sauren Geruch, der ein Verbleiben in dem Kochraum fast unmöglich machte. Nach den beschriebenen Untersuchungen gibt die pH-Kurve keinen Anhaltspunkt für die Beurteilung auf Genußtauglichkeit von aufbewahrtem Eutergewebe.

4. Versuch der Ergründung des Verhaltens der pH-Kurve von im Kühlhaus aufbewahrten Eutern.

Versucht man nun die Veränderungen der Euter bei der Aufbewahrung irgendwie in Beziehung zu der festgestellten pH-Kurve zu setzen, so ergibt sich dafür nirgends ein Ansatzpunkt. Bei pH 6.2 wird beim Muskelfleisch die Fäulnis als sich einleitend angenommen und bei 6.5 sollen Fäulniserscheinungen bemerkbar sein. Beim absteigenden Ast der pH-Kurve der Muskulatur tritt keine Fäulnis auf, beim Euter dagegen zeigen sich bereits in dieser Phase faulige Gerüche. Dieselben sind auch beim tiefsten Säurepunkt vorhanden.

Welche Gründe für dieses besondere Verhalten von Rindereutern verantwortlich zu machen sind, läßt sich nicht ohne weiteres angeben. Bisher war als Ausgangspunkt für die Säuerung stets Glykogen und die sich bildende Milchsäure gefunden worden. Glykogen ist funktionsgemäß im Muskel und auch in der Leber vorhanden. Es ergeben sich mehr oder weniger typische pH-Kurven. Nur die Niere macht eine Ausnahme, sie zeigt keine Säuerungszunahme. Liegt es daran, daß in der Niere kein Glykogen vorhanden ist? Zur Funktionsausübung jedenfalls ist es nicht nötig und ob die Nierensubstanz Glykogen enthält, ist nicht bekannt. Sollte dies etwa auch für das Euter zutreffen? Untersuchungen über den Glykogengehalt des Euters liegen nicht vor. Oder sollten im Euter keine oder zu wenig wirksame die Säuerung auslösende Enzyme vorhanden sein? Zunächst jedenfalls sollte angenommen werden, daß rasch eine starke Säuerung im laktierenden Euter eintritt. Wir wissen, daß Milch sehr schnell infolge der Säuerung gerinnt, liegt doch diesem Vorgang die Tatsache zugrunde, daß der Milchzucker durch die überall vorhandenen Milchsäurebakterien in Milchsäure umgewandelt wird. Was lag also näher als diese Umwandlung auch dem in der Drüse befindlichen Sekret zuzuschreiben. Bei der pH-Bestimmung jedoch wurde nach einigen Tagen keine Säuerung gefunden; auch geronnene Milch wurde bei Schnitten durch das Euter in den Milchkanälen nie angetroffen. Zum anderen aber ist erwiesen, daß Milchsäurebakterien sich nicht im gesunden Euter

vorfinden. Das Eutergewebe ist in der Regel steril. Dagegen spricht auch nicht die Tatsache, daß die Milch nicht steril das Euter verläßt. Die Infektion geschieht durch die stets im Zitzenkanal vorhandenen Bakterien, die von außen eingedrungen sind und sich von einem zum anderen Melkakt vermehren und mit der Milch ausgemolken werden. In das eigentliche sezernierende Eutergewebe gelangt die Mikroflora nicht. Etwa vordringende Bakterien werden durch die bakterizide Wirkung der Milch abgetötet. Die pH-Kurve des Eutergewebes kann also nicht durch im Gewebe befindliche Bakterien beeinflußt sein. In Frage können nur die postmortal von außen eindringenden Keime kommen.

Um zu entscheiden, ob diese Bakterien irgendwie einen Einfluß auf den pH-Wert des Eutergewebes haben, wurden folgende Versuche angestellt. — In 8 Fällen wurde nachgewiesen, daß frische Euter direkt nach der Schlachtung steril sind. Es wurde dies nachgewiesen durch die mikroskopische Untersuchung im Abstrich und den Versuch Kulturen auf Agarplatten zu züchten. Die Versuche verliefen negativ. Sodann wurden 3 vorher für steril befundene normale laktierende Euter im Kühlhaus aufgehängt. Anschließend wurde festgestellt, nach welcher Zeit Bakterien 2 cm unter der Euteroberfläche, dort wo die Proben zur pH-Bestimmung entnommen wurden, vorhanden waren. Dies war durchschnittlich nach 8—10 Tagen der Fall. Zu diesem Zeitpunkt ist aber wie aus den Tabellen I.—III. ersichtlich der ursprüngliche pH-Wert meist nicht verändert. Hierdurch ist erwiesen, daß der Bakteriengehalt keine veränderte Wasserstoffjonenkonzentration bedingt.

Nach Gram gefärbte Abstriche von diesem Eutergewebe zeigten reichlich grampositive plumpe Kurzstäbchen. Die auf Agarplatten mit einem Stückchen Eutergewebe angelegten Kulturen bestanden aus teils größeren, teils äußerst feinen, grauweißen Kolonien. Wichtig war die Entscheidung, ob es sich um Milchsäurebakterien handelt. Mit den gezüchteten Keimen wurde daher gekochte Milch beimpft. Nach 2—3 Tagen trat Gerinnung ein. Niemals trat die Gerinnung in der beimpften Milch früher ein als in der Kontrollmilch. Hieraus ist zu folgern, daß es sich nicht um Milchsäurebakterien handelte. Die pH-Werte zu dieser Zeit betrugen 6.6—6.7 und zeigten keinerlei Abnahme. Wären nach 8—10 Tagen Milchsäurebakterien in das Euter eingedrungen, so wäre ein niederer pH-Wert festzustellen gewesen.

Weiterhin ist bekannt, daß Milch immer empfindlich gegen jede Art von Bakterien ist. Es scheint daher nicht richtig zu sein im Eutergewebe noch reine Milch anzunehmen, da diese dann bei zunehmender Bakterienvermehrung auf die Dauer eine deutlich saure Reaktion ergeben müßte. Das in den Drüsenläppchen befindliche

Sekret wäre nur als Vorstufe der Milch anzusehen und die in den Milchgängen vorhandene Milch muß mengenmäßig so gering sein, daß ihre Säuerung für die Änderung des pH-Wertes keine Bedeutung hat. Es scheint daher falsch zu sein, das Verhalten der pH-Kurve des aufbewahrten Euters von etwa noch vorhandener Milch abhängig zu machen. Der Verlauf der pH-Kurve des aufbewahrten Eutergewebes ist nur dadurch zu erklären, daß durch irgendwelche unbekannte fermentative Einwirkungen, Prozesse ausgelöst werden, deren Ablauf noch nicht klar übersehen werden kann.

5. Die Wasserstoffjonenkonzentration von Gefriereutern.

Im Anschluß an die Untersuchung im Kühlhaus aufbewahrter Euter wurden analoge Versuche bei eingefrorenen Eutern angestellt. Zu diesem Zweck wurden 3 Euter in einen Eisschrank gebracht, der eine durchschnittliche Temperatur von —12 bis —15 Gr. C. hatte. Die Euter bedeckten sich während des Gefrierprozesses mit einer Eiskruste. Die Untersuchungsproben konnten nur durch Absägen oder Abmeißeln des Materials gewonnen werden. Im Gewebe selbst waren verhältnismäßig wenig Eiskristalle vorhanden. Das Material wurde bei Zimmertemperatur aufgetaut und auf die übliche Weise untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle IV. zusammengefaßt. Zu den Versuchen ist zu bemerken, daß nach ungefähr 7 Wochen des Einhängens der Euter infolge Reparatur an der Ammoniakleitung die Temperatur für 8 Tage auf +2 Gr. C. anstieg.

Tabelle IV.

Gefriereuter.

Tage nach der Schlachtung	pH der Euter		
	I.	II.	III.
frisch	6.7	6.6	6.7
16	6.7	6.6	6.7
43	6.7	6.6	6.7
80	6.0	6.3	6.5
109	6.0	5.9	6.3
159	6.1	6.2	6.5
199	6.5	6.2	6.6

Bei Durchsicht der Tabelle ist festzustellen, daß die stärkste Säuerung nach 3—4 Monaten vorhanden war. Niedrigste pH bei

5.9, Durchschnitt bei 6.0. Der anfängliche pH-Wert wurde länger beibehalten, als es bei den im Kühlraum aufbewahrten Eutern der Fall war. Die Säuerungszunahme trat erst ein nachdem die Temperatur für 8 Tage auf +2 Gr. C. stieg. Es ist anzunehmen, daß der ursprüngliche pH-Wert sich sonst noch länger erhalten hätte. Unterschiedlich von den im Kühlhaus aufbewahrten Eutern erhielt sich bei den eingefrorenen Eutern die Säuerung viel länger. Keiner der 3 Euter hatte nach einem halben Jahr den Neutralpunkt erreicht. Tiefe Temperaturen vermögen demnach ein Absinken der pH-Werte im Euter aufzuhalten, ähnlich wie es bei der Leber der Fall ist.

Bei der pH-Bestimmung war aufgefallen, daß das Untersuchungsmaterial keinen üblen Geruch annahm und die Extrakte verhältnismäßig klar und ungetrübt waren. Um über die Genußtauglichkeit der eingefrorenen Euter zu entscheiden, wurden Stücke davon abgesägt und bei Zimmertemperatur aufgetaut. Nach 3—4 Stunden waren die eisblockähnlichen Stücke unter starker Wasserausscheidung aufgetaut. Üble Gerüche waren nicht im geringsten vorhanden. Das Eutergewebe selbst war fest und ohne Farbveränderung. Auch beim Kochen waren keinerlei Abweichungen zu bemerken. Gerüche der Verderbnis entwickelten sich auch bei der Kochprobe nicht. Allerdings war der typische eigenartige Geruch gekochter Euter unverändert erhalten. Die organoleptische Untersuchung ergab also, daß bei —12 Gr. C. eingefrorene Rindereuter nach einem halben Jahr noch vollkommen genußtauglich sind.

III. Die Wasserstoffjonenkonzentration pathologischer Euter und Euter kranker Tiere.

Durch die folgenden Untersuchungen sollte festgestellt werden, ob zwischen pH-Wert und pathologischen Veränderungen gewisse Beziehungen bestehen, insbesondere, ob hohe pH-Werte die Ausbreitung der häufigen Eutertuberkulose begünstigen.

a) Eutertuberkulose:

Fall 1. Eutertuberkulose.

Stark abgemagerte 6jährige Kuh. Tuberkulös verändert: Lunge, Leber, Milz, Pansen, Darm, Pleura und Peritonaeum. Euter schwach laktierend und ohne makroskopische Veränderungen. Die Euterlymphknoten sind beide stark geschwollen, handtellergroß und 3 cm dick. Im rechten Lymphknoten vereinzelt kleinste verkäste Herdchen. Im linken Lymphknoten ein walnußgroßer verkäster Herd.

Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.7

Fall 2. Eutertuberkulose (chronische lobulär infiltrierende Form).

5—6jährige, rote, mittelmäßig genährte Kuh. Das Euter ist nicht merklich vergrößert. Tb: Lungenlymphknoten, Lunge, Euter. Das nicht mehr laktierende Euter fühlt sich fest und derb an. Beim Schnitt fühlt man verstärkten Widerstand unter dem Messer. Die Schnittfläche erscheint wie gefeldert und zeigt blaßgelbe Farbe. Der Läppchenbau des Euters ist deutlich sichtbar. Das interlobuläre Bindegewebe ist verbreitert und besitzt speckiges Aussehen. Aus dem speckigen Zwischenläppchengewebe quillt trauben- und perlenartig das infiltrierte Gewebe hervor. Die Lymphknoten sind ungefähr faustgroß (15 cm lang, 8 cm dick). Die Schnittfläche ist grau und feuchtglänzend. Aus dem durchfeuchteten Gewebe tropft seröse Flüssigkeit ab. Sie sind mit erbsengroßen verkästen Herden durchsetzt.
Euter: pH = 6.6 Lymphknoten: pH = 6.5

Fall 3. Eutertuberkulose.

Neunjährige, schlechtgenährte, hochträchtige Kuh.
Tb: Lunge, Euter. Das nicht mehr laktierende Euter ist vergrößert, besonders die linke Hälfte. Der Schnitt durch das rechte Euter zeigt normale Farbe und Beschaffenheit. Die linke Euterhälfte zeigt eine derbe Konsistenz. Beim Durchschnitt vermehrter Widerstand. Kirschgroße, verkäste Herde im Gewebe.

Die Lymphknoten beider Hälften sind vergrößert. Beim Durchschnitt sind in dem serös durchtränkten, geschwollenen Gewebe zahlreiche, teils verkäste, teils verkalkte, linsen- bis erbsengroße Tuberkel festzustellen.
Euter rechts: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.6
Euter links: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.6

Fall 4. Eutertuberkulose.

Siebenjährige, gutgenährte Kuh, wegen ausgebreiteter Tuberkulose als minderwertig der Freibank überwiesen. Das laktierende Euter zeigt auf dem Schnitt normales Eutergewebe von ockergelbem Aussehen und weichpflaumiger Konsistenz.

Die Lymphknoten beider Hälften sind vergrößert. Von der Schnittfläche tropft seröse Flüssigkeit ab. In jedem Lymphknoten ein erbsengroßer verkäster Herd.
Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.6

Fall 5. Eutertuberkulose (chronisch lob. inf. Form).

Neunjährige Kuh.
Tb: Brustfell, Lunge, Bauchfell, sämtliche Bauchorgane. Beide Euterhälften sind sichtbar vergrößert, ihre Konsistenz ist derb, ihre Farbe fast weiß. Bei der Schnittführung ist Widerstand und Knirschen zu bemerken. Die Läppchen sind deutlich sichtbar. Sie erheben sich etwas über die Oberfläche, während das

interstitielle Gewebe abgesunken ist. An einigen Stellen des Schnittes sind mehr rötliche, dreimarkstückgroße, mit undeutlicher Läppchenzeichnung ausgestattete Flecke zu sehen.

Die Lymphknoten sind markig geschwollen, 15 cm lang, 8 cm breit und $2^1/_2$ cm dick.

Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.7

Fall 6. Eutertuberkulose.

Zweijähriges Rind.
Tb: Lunge, Leber, Milz, Magen, Nieren, Brustfell, Bauchfell, Buch und Kniefaltenlymphknoten und Euter.
Das Euter laktiert noch nicht und zeigt die Struktur des juvenilen Euters.

Die Lymphknoten sind nicht geschwollen und nicht vergrößert. Beim Anschneiden werden im linken Euterlymphknoten 3 erbsengroße Tb.-Herde gefunden.

Euter: pH = 6.5 Lymphknoten: pH = 6.7

Fall 7. Eutertuberkulose.

Nicht laktierendes Euter einer älteren Kuh unbekannten Alters.
Tb: Darm, Euter.
Die Schnittfläche durch das Euter besitzt goldgelbe Farbe. Das interlobuläre Bindegewebe ist an einzelnen Stellen verbreitert. Die Konsistenz ist etwas fester als normal.

Die Lymphknoten sind beiderseits vergrößert, 8 cm lang, 5 cm breit und 2 cm dick. Beim Schnitt fließt wässeriges Sekret ab. In den Lymphknoten sind über das ganze Gewebe verteilt, linsengroße und kleinere verkalkte Tb.-Herde festzustellen.

Euter: pH = 6.6 Lymphknoten: pH = 6.4

Fall 8. Eutertuberkulose.

Sechsjährige Kuh. Das laktierende Euter ist nicht vergrößert und von normaler Beschaffenheit.

Die Lymphknoten sind rechts von normaler Größe, links etwas vergrößert. Beim Durchschnitt durch den linken Lymphknoten wird ein kirschgroßer, verkäster Tb.-Herd gefunden.

Euter: pH = 6.6 Lymphknoten beiderseits: pH = 6.6

Fall 9. Eutertuberkulose.

Sechsjährige Kuh. Beide Hinterviertel werden als minderwertig der Freibank überwiesen.
Das stark laktierende Euter ist nicht vergrößert und zeigt beim Schnitt normale Beschaffenheit.

Der rechte Lymphknoten ist vergrößert, 12 cm lang, 7 cm breit und 3 cm dick. Beim Schnitt durch den Lymphknoten ist ein taubeneigroßer weichkäsiger Herd festzustellen. Um diesen Herd liegen vereinzelt noch weitere erbsengroße verkalkte Tuberkel.

Euter: pH = 6.6 Lymphknoten: pH = 6.6

Fall 10. Eutertuberkulose (chr. lob. inf. Form).

Achtjährige schwarzbunte Kuh, mittelmäßig genährt.
Tb: Rachen, Lunge, Brustfell, Bauchfell, Magen, Darm, Leber und Euter.
Die beiden Euterhälften sind vergrößert und fühlen sich derb an. Die Läppchen sind deutlich abgegrenzt und stehen über die Schnittfläche vor.

Beide Lymphknoten sind markig geschwollen. Von der Schnittfläche fließt seröse Flüssigkeit ab.
Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.7

Fall 11. Eutertuberkulose.

Sechsjährige, schwarzbunte, mittelmäßig genährte Kuh.
Tb: Lunge, Euterlymphknoten.
Eutergewebe ohne pathologischen Befund. In den nicht vergrößerten Lymphknoten je eins bis zwei erbsengroße verkalkte Knötchen.
Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.7

b) Fleischeuter:

Fall 12. Fleischeuter.

Kuh unbekannten Alters. Das Euter hat normale Größe. Beim Durchschneiden fließt nur wenig Milch ab. Das interlobuläre Bindegewebe ist deutlich sichtbar. Das ganze Euter fühlt sich fest und nicht pflaumig an. Im subkutanen Fettgewebe des Euters ein abgekapselter zwetschengroßer Abszeß.

Lymphknoten unverändert.
Euter: pH = 6.6 Lymphknoten: pH = 6.5

Fall 13. Fleischeuter.

Fünfjährige, mäßig genährte Kuh.
Tb: Lunge, Brustfell, retropharyngeale Lymphknoten.
Nicht laktierendes Euter mit Verbreiterung des interlobulären Bindegewebes.

Lymphknoten wenig geschwollen.
Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.7

c) Tuberkulöse Tiere:

Fall 14.

Sechs- bis siebenjährige, mäßig genährte Kuh.
Tb: Brustfell, Bauchfell, Lunge, Leber, Milz, Darmlymphknoten.
Bis Faustgröße sitzen die tuberkulösen Wucherungen auf dem Brustfell und Bauchfell.
Der rechte Buglymphknoten zeigt trockenkäsige Herde. Euter ohne Abweichung von der Form.
Euter: pH = 6.6 Lymphknoten: pH = 6.7

Fall 15.

Sechsjährige magere Kuh, die wegen starker Ausbreitung der Tuberkulose der Freibank überwiesen wurde.
Euter und Lymphknoten unverändert.
Euter: pH = 6.8 Lymphknoten: pH = 6.7

Fall 16.

Gut genährte, achtjährige, schwarzbunte Kuh.
Tb: Lunge, Brustfell.
Euter und Lymphknoten ohne Veränderungen.
Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.6

Fall 17.

Zehnjährige, magere, gelbe Kuh.
Tb: Rachen, Darm, Leber.
Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.7

Fall 18.

Achtjährige, schlecht genährte, schwarzbunte Kuh.
Tb: Rachen, Lunge, Brustfell, Pansen, Leber, Milz, beide Buglymphknoten.
Das laktierende Euter ohne Veränderungen.
Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.7

Fall 19.

Sechsjährige, sehr fette, schwarzbunte Kuh.
Tb: Lunge, Brustfell, Magen, Darm, Uterus.
Die Leber ist stark geschwollen und fettig degeneriert. Die Lunge ist infolge Emphysema interstitialis pulmonis vergrößert. Die Fleischlymphknoten sind geschwollen und durchfeuchtet. Bakteriologische Untersuchung verläuft negativ.
Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.7

Fall 20.

Achtjährige, mittelmäßig genährte, seit 3 Monaten tragende, wegen Fremdkörpers notgeschlachtete Simmentaler Kuh.
Tb: Lunge, Brustfell, Darm, Leber, Nieren, Milz, Uterus.
Bakteriologische Untersuchung negativ. Muskulatur wässerig durchtränkt, der ganze Tierkörper daher untauglich.
Euter: pH = 6.7 Lymphknoten: pH = 6.6

Tabelle V.

Tabellarische Übersicht der pH-Werte von 20 pathologischen Eutern und euterkranker Tiere, einschließlich der Euterlymphknoten.

laufende Nummer	Krankheit	pH des Eutergewebes	pH der zugehörigen Lymphknoten
Euter 1	Eutertuberkulose	6.7	6.7
„ 2	„	6.6	6.5
„ 3	„	6.7	6.6
„ 4	„	6.7	6.6
„ 5	„	6.7	6.7
„ 6	„	6.5	6.7
„ 7	„	6.6	6.4
„ 8	„	6.6	6.6
„ 9	„	6.6	6.6
„ 10	„	6.7	6.7
„ 11	„	6.7	6.7
„ 12	Fleischeuter	6.6	6.5
„ 13	„	6.7	6.7
„ 14	tuberkulöse Tiere	6.6	6.7
„ 15	„	6.8	6.7
„ 16	„	6.7	6.6
„ 17	„	6.7	6.7
„ 18	„	6.7	6.7
„ 19	„	6.7	6.7
„ 20	„	6.7	6.6

In den untersuchten 20 Fällen pathologischer Euter und Euter kranker Tiere wurden in der Wasserstoffjonenkonzentration keinerlei Abweichungen vom Normalen festgestellt. Der durchschnittliche pH-Wert betrug 6,7. Die Überlegung, daß die Erkrankung eines Organes und die Ansiedlung bestimmter Bakterien in diesem Organ auf eine besonders günstige Wasserstoffjonenkonzentration zurückgeführt werden könnte, hat sich nach diesen Untersuchungen als nicht zutreffend herausgestellt. Trotz erheblicher pathologischer Veränderungen, wie z. B. der chronischen lobulär infiltrierenden Form der Eutertuberkulose und der Verkäsung größerer Gewebsbezirke, war keine bemerkenswerte Abweichung in der Wasserstoffjonenkonzentration zu bemerken. Ein Einfluß auf die Krankheitsdisposition ist somit der Wasserstoffjonenkonzentration im Eutergewebe nicht zuzuschreiben. Andererseits berechtigen die Versuche zu dem weiteren Schluß, daß infolge der angeführten Veränderungen (Tuberkulose, Fleischeuter) und infolge einer tuberkulösen Allgemeinerkrankung keinerlei Umstimmung des Eutergewebes in Bezug auf seine Wasserstoffjonenkonzentration einzutreten scheint.

IV. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

Insgesamt wurden 43 normale Euter auf ihre Wasserstoffjonenkonzentration untersucht, 18 davon waren virgil, bei 25 handelte es sich um laktierende Euter. Der pH-Wert virgiler Euter betrug durchschnittlich 6.5. Der niedrigste in dieser Gruppe gemessene Wert betrug 6.4, der höchste hatte ein pH von 6.6. Im Gegensatz dazu hatte die Gruppe der laktierenden Euter einen durchschnittlich um 0.2 höheren pH-Wert. Der durchschnittliche pH-Wert der laktierenden Euter betrug 6.7, der niedrigste betrug 6.6, der höchste 6.8. Bei der Aufbewahrung im Kühlhaus wurden 13 laktierende Euter fortlaufend auf ihre Wasserstoffjonenkonzentration untersucht. Die 13 Euter waren in 2 Gruppen untergeteilt; von denen die erste Gruppe bei einer Kühlhaustemperatur von + 2 Gr. C. bis — 3 Gr. C. und die zweite Gruppe bei + 2 Gr. C. aufbewahrt wurde. In beiden Gruppen war festzustellen, daß sich die Wasserstoffjonenkonzentration innerhalb der ersten 3 Wochen nahezu konstant verhielt. Eine Senkung des pH-Wertes um höchstens 0.1—0.2 konnte vom sechsten Tage ab bei mehreren Eutern gemessen werden. Die tiefste Säuerung betrug in der ersten Gruppe (Tabelle II.) 5.8 und war mit dem 94. Tag erreicht. Der tiefste in der zweiten Gruppe (Tabelle III.) gemessene pH-Wert war bereits schon mit dem 62. Tag erreicht. Innerhalb der beiden Gruppen tritt der Zeitpunkt der tiefsten Säuerung nur mit geringen Schwankungen ein. Bei der ersten Gruppe wird er infolge der tieferen Aufbewahrungstemperatur 14 Tage später erreicht. Hieraus ist ersichtlich, daß die Änderung der Wasserstoffjonenkonzentration im Eutergewebe von der Aufbewahrungstemperatur beeinflußt wird. Zwecks Beantwortung der Frage, ob die Wasserstoffjonenkonzentration des Eutergewebes für seine Beurteilung als menschliches Nahrungsmittel mit herangezogen werden kann, wurden neben den pH-Untersuchungen parallel laufende organoleptische Untersuchungen angestellt. Es konnte dabei festgestellt werden, daß die äußere Zersetzung, der in den Kühlräumen aufbewahrten Euter bereits nach 4 Wochen so weit vorgeschritten war, daß die Euter als untauglich bezeichnet werden mußten. Auch in den tieferen Schichten waren bei der Kochprobe bereits durchdringende saure Gerüche wahrzunehmen. Die pH-Kurve hatte aber zu dieser Zeit noch keine wesentliche Abweichung ihres ursprünglichen Wertes angenommen. Die Wasserstoffjonenkonzentration kann demnach nicht als zusätzliche Methode zur Untersuchung von im Kühlhaus aufbewahrten Rindereutern auf ihre Genußtauglichkeit herangezogen werden.

In einer weiteren Gruppe wurden 3 Euter in einem an die Ammoniakleitung angeschlossenen Kühlschrank bei — 12 bis

— 15 Gr. C. eingefroren. Der pH-Wert dieser Euter erfuhr innerhalb der ersten 6 Wochen überhaupt keine Änderung. Er hielt sich konstant bei Euter 1 auf 6.7, bei Euter 2 auf 6.6 und bei Euter 3 auf 6.7. Infolge einer Reparatur an der Ammoniakleitung stieg nach 7 Wochen die Temperatur des Kühlschrankes für 8 Tage auf + 2 Gr. C. an. Die Euter froren dann wieder ein. Eine ungefähr 3 Wochen später, am 80. Tage durchgeführte pH-Bestimmung ergab, daß die pH-Werte stark abgesunken waren; und zwar bei Euter I. von 6.7 auf 6.0, bei Euter II. von 6.6 auf 6.3, bei Euter III. von 6.7 auf 6.5. Euter I. hatte mit 6.0 seinen tiefsten pH-Wert erreicht, während tiefste Säuerung bei Euter II. mit 5.9 und bei Euter III. mit 6.3 nach 109 Tagen der Aufbewahrung gemessen wurden. Nach 6 Monaten wurden die Euter zum letzten Mal untersucht und dabei gefunden, daß die Euter noch nicht den Neutralpunkt erreicht hatten. Euter I. hatte den pH-Wert 6.5, Euter II. 6.2, Euter III. 6.6. Bei der Kochprobe war nach dieser Zeit keine Abweichung von der Norm festzustellen. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß Gefriereuter längere Zeit ihren ursprünglichen pH-Wert beibehalten. Die Genußtauglichkeit der Gefriereuter konnte noch nach 6 Monaten festgestellt werden.

Untersuchungen über die Beziehungen pathologischer Veränderungen, insbesondere der Tuberkulose des Eutergewebes und einiger Erkrankungen des Gesamtorganismus, zu den in den Eutern nachgewiesenen pH-Konzentrationen, konnten in 20 Fällen keine positiven Ergebnisse zeitigen. Weder in pathologischen Eutern noch in den Eutern kranker Tiere waren wesentliche Differenzen in der Wasserstoffjonenkonzentration des Eutergewebes vorhanden.

V. Schlußsätze.

1. Die Wasserstoffjonenkonzentration normaler virgiler Rindereuter beträgt kurz nach der Schlachtung durchnittlich 6.5, niedrigster Wert 6.4, höchster 6.6.

2. Die Wasserstoffjonenkonzentration normaler laktierender Rindereuter beträgt kurz nach der Schlachtung 6.7, niedrigster Wert 6.4, höchster 6.8.

3. Bei der Aufbewahrung im Kühlraum bleibt die Wasserstoffjonenkonzentration der Rindereuter in den ersten 3 Wochen nahezu konstant. Nach 3 Wochen tritt eine allmähliche Senkung der pH-Werte ein, bis der tiefste Säuregrad mit durchschnittliche pH 6.0 zwischen dem 62. bis 94. Tag der Aufbewahrung erreicht wird. Tiefste Säuerung wurde mit pH 5.8 gemessen.

4. Während der zunehmenden Säuerung tritt bereits das Verderben des Eutergewebes ein. Nach 4 Wochen waren im Kühlhaus aufbewahrte Euter nicht mehr genußtauglich.

5. Gefriereuter bleiben in ihrer Wasserstoffjonenkonzentration während langer Zeit nahezu unverändert.

6. Pathologische Euter (Tuberkulose, Fleischeuter) und Euter kranker Tiere zeigen in ihrer Wasserstoffjonenkonzentration keine Abweichung von der Norm.

7. Die Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration kann für die Beurteilung von Rindereutern in der Fleischbeschau und Lebensmittelkontrolle nicht herangezogen werden.

Am Schlusse meiner Ausführungen danke ich Herrn Stadtveterinärrat Dr. habil. Hugo Keller für die Überlassung der Arbeit und die mir jeder Zeit gewährte Unterstützung in Rat und Tat.

Literatur.

1). Andrejewski, Petro: Praktische Methoden zum Nachweis der Bakterienvermehrung im Fleisch und zur Erkennung vergiftungsgefährlichen Fleisches. Zschrft. f. Inf. Krh. d. Haust. 1928, Band 32, S. 89.

2). Beller, Wedemann, Priebe: Untersuchungen über den Einfluß der Kühlhauslagerung bei Hühnereiern. Zschrft. f. Fleisch- und Milchhyg. 1934, Band 44, Anhang (Sonderheft).

3). Bongert, Jakob: Bakteriologische Diagnostik. Berlin 1925. Verlag von R. Schoetz.

4). Derselbe: Veterinäre Lebensmittelüberwachung. Berlin 1930. Verlag von R. Schoetz.

5). Bürker, Karl: Die Lebensvorgänge des menschlichen Körpers. Stuttgart 1925 Verlag von K. K. Lutz (Eckstein & Stähle).

6). Claußen: Über die Wasserstoffjonenkonzentration in Leber und Niere des Schweines. Zschrft. f. Inf.Krh. d. Haust. 1933, Band 43, S. 126.

7). Fooy, I. P.: Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration als Mittel zur Beurteilung des Fleisches (Tijdschrft. v. Diergk. 58, 190, 1931). Ref. in Zschft. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1931, Band 41, S. 337.

8). Derselbe: Hat die Wasserstoffjonenkonzentration Einfluß auf den Keimgehalt des Fleisches? (Tijdschr. v. Diergeneesk. 59, 719, 1932) Ref. in Zschrft. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1933, Band 43, S. 258.

9). Fuhrmann, Franz: Die Chemie der Nahrungs und Genußmittel. Berlin 1927. Verlag von Urban u. Schwarzburg.

10). Graveninger: Die Bedeutung des Keimgehaltes und der Wasserstoffjonenkonzentration für die Beurteilung der Wurst. Zschrft. f. Veterinärkunde 1934, Band 46, S. 205.

11). Grüttner, Felix: Über die Feststellung der Wasserstoffjonenkonzentration als Hilfsmittel zur Beurteilung des Fleisches Zschrft. f. Inf.Krkh. d. Haust. 1929, Band 36, S. 287.

12). Derselbe: Fleischbeschau und Haltbarkeit des Fleisches. B.T.W. 1929, Band 45, S. 220.

13). Derselbe: Über die Fäulnis beim Frischfleisch. Deutsche Schlachthofzeitung 1932, S. 1.

14). Hemmert-Halswick: Zur Haltbarkeit des Fleisches. B.T.W. 1934, S. 464.

15). Herzner und Mann: Studien über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis. Zschrft. f. Unters. d. Lebensmittel. 1926, S. 215.

16). Hintersatz: Über die Wasserstoffjonenkonzentration im Fischfleisch und ihre Bedeutung zur Feststellung der beginnenden Fäulnis. B.T.W. 1931, Band 47, S. 590.

17). Horowitz-Wlassowa: Zur Frage der gesundheitlichen Beurteilung von Fleischwaren. Zschrft. f. Unters. d. Lebensmittel. 1928, S. 239.

18). Lengfeld, J.: Untersuchung und Beurteilung des Fleisches bei Notschlachtungen. Zschrft. f. Inf.Krkh. d. Haust. 1929, Band 35, S. 303.

19). Derselbe: Zur Charakteristik der postmortalen Veränderungen des Fleisches gesunder, kranker und verendeter Tiere. Zschrft. f. Inf.Krkh. d. Haust. 1929, Band 36, S. 44.

20). Makaritscheff, G. A.: Der Versuch einer biochemischen Fleischuntersuchung nach der Methode von Andrejewski. Zschrft. f. Inf.Krkh. d. Haust. 1930, Band 37, S. 52.

21). Derselbe: Die Wirkung niedriger Temperaturen auf chemo-fermentative Prozesse ungereiften Fleisches. B.T.W. 1931, Band 41, S. 523.

22). Derselbe: Einige Daten über Kamelfleisch. Zschrft. f. Fleisch- und Milchhyg. 1931, Band 41, S. 181—182, S. 207—212.

23). Messner, H.: Über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis in der praktischen Lebensmittelkontrolle (Prager Archiv für Tiermedizin VII, A, 1928) Ref. in Zschft. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1928, Bd. 39, S. 69.

24). von Ostertag, Robert: Handbuch der Fleischbeschau. Stuttgart 1922. Verlag von Ferdinand Enke.

25). van Oyen, C. F.: Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration, pH, des Fleischextraktes und die Bedeutung dieser Größe für die Beurteilung des Fleisches. Zschrft. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1933, Band 43, S. 429—431, S. 449—454.

26). Postma, C.: pH-Bestimmungen in Fleischsäften. Zschrft. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1934, Band 44, S. 182—184, S. 206—208.

27). Schoon, I. G.: Kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffjonenkonzentration in Fleischextrakten und der Wert dieser Bestimmungen für die Beurteilung des Fleisches kranker Tiere (Inaug.-Diss. Utrecht 1931). Ref. in Zschrft. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1931, Jahrg. 41, S. 445.

28). Schönberg, F.: Die Untersuchung von Tieren stammender Lebensmittel. Berlin 1932. Verlag von R. Schoetz.

29). Derselbe: Über die Fischfäulnis und ihre bakteriologische Diagnose. B.T.W. 1930, Band 46, S. 429.

30). Derselbe: Gibt es eine durch Autolyse hervorgerufene Zersetzung des Fischfleisches? B.T.W. 1931, Band 47, S. 75.

Lebenslauf.

Am 18. August 1910 wurde ich, Heinrich Wilhelm Friedrich Geiger in Schweinsberg, Kreis Marburg, als ältester Sohn des Försters Christian Geiger und seiner Ehefrau Lina geb. Horn geboren. Von meinem 6. bis 11. Lebensjahr besuchte ich die Volksschule in Schweinsberg. Dann besuchte ich von Sexta bis Obertertia die Rektoratsschule in Kirchhain und von Untersekunda bis Oberprima die Oberrealschule in Marburg/Lahn, wo ich Ostern 1930 die Reifeprüfung ablegte. Im Wintersemester 1930/31 begann ich das Studium der Veterinärmedizin in Gießen. Daselbst bestand ich im Sommersemester 1932 die tierärztliche Vorprüfung und im Sommersemester 1935 die tierärztliche Fachprüfung. Anschließend war ich 3 Monate am Schlachthof in Gießen praktisch in der Fleischbeschau tätig.